



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 21 259 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
H 04 N 9/79
H 04 N 11/04

⑳ Aktenzeichen: P 42 21 259.6
㉔ Anmeldetag: 26. 6. 92
㉕ Offenlegungstag: 5. 1. 94

㉚ Anmelder:

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin
GmbH, 1000 Berlin, DE

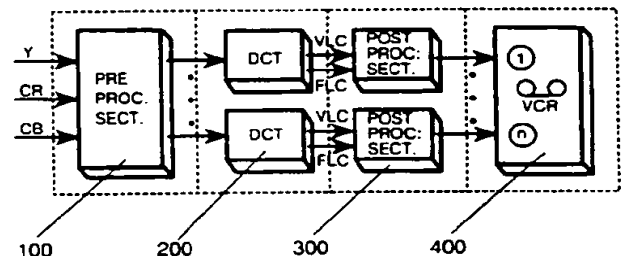
㉚ Erfinder:

Kauff, Peter, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE; Grüneberg,
Karsten, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE; Höfker, Ulrich,
Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE; Rauthenberg, Stefan,
Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

㉜ Verfahren zur Aufbereitung von digitalen Farbfernsehsignalen für die Magnetband-Aufzeichnung

㉜ Digitale Farbfernsehsignale mit großer Bandbreite entsprechend den Normen (Vorschlägen) künftiger HDTV-Systeme erfordern eine Datenreduktion für die Magnetband-Aufzeichnung. Dabei sollen bildweises Schneiden, schneller Suchlauf, Zeitlupe und Standbild bei optimaler Bildqualität möglich sein.

Mit hoher Genauigkeit und hoher Effizienz wird in einem modularen System mit möglichst vielen gleichartigen Komponenten aufgrund einer auf Makroblockbasis durchgeführten Verteilung des Informationsgehalts der einzelnen Vollbilder nach orthogonaler Transformation und Trennung der Daten in FLC (fixed length coding)- und VLC (variable length coding)-relevanten Daten durchgeführt, die durch eine Vorwärtsregelung auf der Basis einer Rückkopplung pro Vollbildtakt eine optimale Ausnutzung der für jeden Aufzeichnungskanal zur Verfügung stehenden Datenkapazität ermöglicht.



DE 42 21 259 A 1

DE 42 21 259 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Aufbereitung von Farbfernsehsignalen, die als digitale Komponenten für Luminanz und Chrominanz vorliegen, für die Magnetband-Aufzeichnung, in dem die einzelnen Operationen, die teilweise in parallelen, identisch aufgebauten und unabhängig voneinander arbeitenden Subsystemen stattfinden, abschnittsweise derart aufeinander abgestimmt sind, daß an der Schnittstelle zwischen einem Vorverarbeitungs- und einem Kodierabschnitt die Daten, in Makroblöcken organisiert, gleichmäßig auf so viele Pfade aufgeteilt vorliegen, wie parallele Subsysteme folgen, im Kodierabschnitt die Daten nach FLC (fixed length coding)-Relevanz und nach VLC (variable length coding)-Relevanz getrennt und die VLC-relevanten Daten einer Voranalyse bezüglich einer variablen Umverteilung der für ein Vollbild verfügbaren Datenrate unterzogen werden, und in einem Nachverarbeitungsabschnitt im wesentlichen Fehler-schutzmaßnahmen erfolgen und die aufzuzeichnenden Daten vollbildsynchron im erforderlichen Format für die einzelnen Aufzeichnungs-Kanäle abgegeben werden.

Dabei wird als Stand der Technik von einer Veröffentlichung "Ein experimenteller digitaler VCR für die datenreduzierte Magnetbandaufzeichnung von HDTV-Signalen" (R. Hedtke et al.) anlässlich der 15. Jahrestagung der FK TG, 01. bis 05. Juni 1992 in Berlin, ausgegangen. Dort bezieht sich der Abschnitt 5 auf das Datenreduktionssystem. Weiterhin umfaßt diese Veröffentlichung auch Erläuterungen zu den Aufzeichnungsparametern, zur Fehlerkorrektur, zum experimentellen Rekorder sowie zu Simulationsergebnissen.

Für die Magnetbandaufzeichnung von Fernsehsignalen besteht eine wesentliche Forderung darin, Kassetten verwenden zu können. Außerdem sollen die Aufzeichnungsgeräte bezüglich der operationellen Merkmale den herkömmlichen möglichst ähnlich sein. Für den Studiobetrieb sind bildweises Schneiden, ansonsten auch sichtbarer Suchlauf, Standbild und Zeitlupe sowie eine Bildqualität ohne beeinträchtigende Verschlechterung auch bei einer größeren Anzahl von Überspielungen zu gewährleisten. Für die Spielzeit einer Kassette werden im Hinblick auf rationellen Abspielbetrieb, Archivierung und Programmverteilung ca. 90 Minuten gewünscht. Als Anzahl paralleler Aufzeichnungsspuren kommen wohl kaum weniger als vier, im Hinblick auf mechanisch bedingte Grenzen beim Gerät und beim Magnetband wohl nicht mehr als acht in Betracht.

Auf der anderen Seite bilden die Spezifikationen vorhandener und künftiger Farbfernsehsysteme die Rahmenbedingungen für die erforderliche Signalaufbereitung.

Bei dem CCIR 601-Standard gilt:

Abtastrate: Luminanz 13,50 MHz

Chrominanz 6,75 MHz

Abtastraten-Verhältnis: 4 : 2 : 2

Brutto-Datenrate: ca. 220 Mbit/sec.

Für hochauflösendes Fernsehen (HDTV = High Definition Television) sieht der HDI-Standard gemäß EUREKA 95 vor:

Abtastrate: Luminanz 72,00 MHz

Chrominanz 36,00 MHz

Abtastraten-Verhältnis: 4 : 2 : 2

Brutto-Datenrate: ca. 1,2 Gbit/sec.

Für Systeme mit progressiver Vollbildabtastung existieren als Vorschläge

– HDP 1 gemäß EUREKA 95:

Abtastrate: Luminanz 144,00 MHz

Chrominanz 72,00 MHz Abtastraten-Verhältnis: 4 : 2 : 2

Brutto-Datenrate: ca. 2,4 Gbit/sec sowie

5 – HDP 2 gemäß EUREKA 95:

Abtastrate: Luminanz 144,00 MHz

Chrominanz 36,00 MHz

Abtastraten-Verhältnis: 4 : 1 : 1

Brutto-Datenrate: ca. 1,7 Gbit/sec.

10 Aufgrund der enormen Bandbreite bei künftigen Farbfernsehsystemen ist ein ausreichender Störabstand nur in digitaler Form zu erreichen. Allerdings ist mit der gegenwärtig verfügbaren Technologie eine Realisierung einer digitalen Magnetbandaufzeichnung für die benötigte Datenrate von 2,304 Gbit/sec bzw. 1,726 Gbit/sec nicht beherrschbar. Deshalb müssen diese Datenraten mindestens auf den realisierbaren Wert von 1,152 Gbit/sec reduziert werden. Auch im Zeilensprungstandard (HDI) aufgenommene Signale mit einer Datenrate von 1,152 Gbit/sec ermöglichen ohne eine weitere Datenreduzierung noch nicht die gewünschte Spieldauer, so daß auch aus diesem Grunde eine effiziente Kodierung durchgeführt werden muß.

Die Transformationskodierung wird mit $(N \times N)$ -Datenblöcken, $N = 4; 8$ oder 16, durchgeführt. Bekannte und bewährte Datenreduktionsverfahren arbeiten z. B. mit einer sogenannten 8×8 DCT (Discrete Cosinus Transform). Dafür sind auch Fehlerkorrektur-Algorithmen verfügbar. Hierauf greifen Signalaufbereitungssysteme, auch das nach der Lehre der Erfindung, für ihre spezifischen Problemlösungen soweit wie möglich zurück.

Aus "IEEE Transactions on Consumer Electronics" Bd. 34, No. 3, August 1988, Seiten 597 bis 605 ist für ein herkömmliches Farbfernsehsystem eine Bitratenreduktion zur Aufzeichnung in zwei parallelen Spuren auf Videokassetten bekannt. Diese Bitratenreduktion umfaßt zwei Abschnitte, den ersten mit einer orthogonalen Transformation auf der Basis kleiner Datenblöcke innerhalb eines Vollbildrahmens, und den zweiten mit einer statistischen Kodierung quantisierter Koeffizienten. Die VLC (variable length coding)-Verarbeitung erfordert dabei besondere Vorkehrungen für die Füllstandregelung eines Ausgangspuffers. Mit einem großzügig dimensionierten Ausgangspuffer ergeben sich Schwierigkeiten bezüglich der Synchronität mit Vollbildwechseln, bei knapper Dimensionierung ist diese durch ein hochaktives Regelverhalten zu kompensieren.

Eine adaptive Kodierung, die auch in der zuvor genannten Veröffentlichung behandelt wird, ist besonders informativ in "Philips J. Res." 44, (1989), Seiten 345 bis 364 erläutert. Dabei werden die Möglichkeiten dargestellt, Bewegungsinhalte aus einander verkämmten Halbbildern für eine Intraframe-Kodierung auszunutzen.

Mit Fragen der Kodierung und des Fehlerschutzes bei der Aufbereitung von Farbfernsehsignalen befassen sich in erheblichem Umfang auch Übertragungssysteme.

60 Das technische Problem, das der Erfindung zugrunde liegt, besteht darin, bei einer Datenreduktion zur Magnetbandaufzeichnung eine höhere Genauigkeit als bei einer reinen Vorwärtsregelung zu erreichen, den Aufwand wesentlich geringer zu halten als bei einer Durchrechnung aller möglichen Fälle und höhere Effizienz zu erzielen als bei einer reinen Rückkopplung über den Füllstand eines Ausgangspuffers.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht bei einem Ver-

fahren der eingangs genannten Art hierzu vor, daß im Vorverarbeitungsabschnitt durchgeführt werden:

- eine Umordnung der Daten synchron vorliegender Komponenten für Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) — zum jeweils frühest möglichen Zeitpunkt — in $(N \times N)$ -Matrizen ($N = 4; 8; 16$);
- eine Zusammenfassung derjenigen $(N \times N)$ -Matrizen ($N = 4; 8; 16$), die im Ortsbereich denselben Bildausschnitt repräsentieren, zu Makroblöcken (Y1, Y2, CR, CB), wobei diese Zusammenfassung dem Abstratenverhältnis von Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) im zugeführten Farbfernsehsignal folgt;
- einer Verteilung der einzelnen Makroblöcke (Y1, Y2, CR, CB) eines Vollbildes auf n Pfade (n : min. 2, max. 8, vorzugsweise 4) nach einem Schema, das entsprechend einer Zerlegung des Vollbildes im Ortsbereich die Daten eines entweder horizontal oder vertikal benachbarten Bildausschnitts in zyklischer Folge demjenigen Pfad zuliefert, dessen Ordnungszahl im Zyklus folgt bzw. vorangeht;

und im Kodierabschnitt durchgeführt werden

- eine Trennung der Daten jedes Makroblocks (Y1, Y2, CR, CB) in FLC- sowie VLC-relevante Anteile, wobei jeweils der Gleichwert (DC) sowie ein grob quantisierter Basisanteil von bis zu etwa 9 für die Erkennbarkeit des wesentlichen Bildinhalts bedeutsameren Wechsel-Anteilen (MS-AC) als FLC-relevant, der Quantisierungsfehler dieser bedeutsameren Wechsel-Anteile (MS-AC) sowie der übrigen, in der zuvor genannten Hinsicht weniger bedeutsamen Wechsel-Anteile (LS-AC) als VLC-relevant für separate Operationen zur Verfügung gestellt werden;
- eine Berechnung, im Zuge der im Frequenzbereich durchgeführten Voranalyse zur variablen Umverteilung von VLC-Daten innerhalb des dafür pro Vollbild verfügbaren Datenratenumfangs, von individuellen Sollbitraten für jeden Makroblock (Y1, Y2, CR, CB) und ein Vergleichen mit entsprechenden Istdatenraten, womit die Voraussetzungen geschaffen sind zum Einregeln der VLC-Ausgangsdatenrate auf den zulässigen Wert auf der Grundlage der festgestellten Sollwert-/Istwert-Abweichung sowie zur selbsttätigen Füllstandsregelung eines Ausgangs-VLC-Pufferspeichers im Wege einer vollbildweise wirkenden, auf Makroblöcken (Y1, Y2, CR, CB) basierenden Rückkopplung.

Zu denjenigen Operationen, die für die erfindungsgemäße technische Lehre von maßgeblichem Einfluß sind, gehören besonders die Art der Verteilung der Makroblöcke, die spezielle Art der Untergliederung der Wechselanteile der Koeffizienten in FLC- bzw. VLC-relevante Daten sowie die Voranalyse in ihrer Durchführung und in ihrer Auswirkung auf das gesamte Konzept dieses Systems. Diese und die übrigen aufeinander abgestimmten Maßnahmen ermöglichen, die ohnehin zur Aufzeichnung in mehreren Spuren erforderliche Trennung der Daten eines Vollbildes in die einzelnen Signalfade bereits in der Anfangsphase der Aufbereitung durchzuführen, diese Signalfade vollbildsynchron und mit übereinstimmenden Reduktionsfaktoren als voneinander unabhängige Subsysteme mit gleichmäßiger Auslastung effizient zu betreiben und dabei die Anforderun-

gen bezüglich der Bildqualität und der Sonderbetriebsarten erfüllen zu können.

Die Bildung von Makroblöcken kann beginnen, sobald die Daten der jeweils zu erfassenden Zeilen des Vollbildes vorliegen; beim Zeilensprungverfahren also, wenn das erste Halbbild vollständig und vom zweiten Halbbild dessen Anfangszeilen vorliegen. Da der Informationsgehalt eines Vollbildes sehr unterschiedlich sein kann, ist bereits in dieser Phase der Aufbereitung dafür zu sorgen, daß die gewünschte Effizienz erreichbar ist. Hierzu gibt die begrenzte Datenkapazität des Magnetbandes und die geforderte gleichmäßige Aufzeichnungsdichte je Spur vor, diese Gleichmäßigkeit bereits am Anfang, bei der Aufteilung des zu verarbeitenden Informationsgehalts eines Vollbildes auf die parallelen Subsysteme herbeizuführen. Das Verteilungsschema für diesen Rangierprozeß hat bereits entscheidenden Einfluß auf das Ergebnis. Dabei ist es zweckmäßig, die Anzahl der parallelen, autark arbeitenden Subsysteme gleich der Anzahl der parallelen Aufzeichnungskanäle zu wählen und, falls die zu verarbeitenden Datenraten besonders schnelle Elektronik erfordern, in den Subsystemen jeweils miteinander verkoppelte Zweige mit langsamerer Elektronik vorzusehen.

Die optimale Ausnutzung der pro Vollbild begrenzt zur Verfügung stehenden Datenkapazität erfordert die individuelle Analyse des Informationsgehaltes jedes Makroblockes innerhalb eines Vollbildes, und zwar für das jeweils anstehende Vollbild, wobei eine möglichst individuelle Behandlung der einzelnen Makroblöcke entsprechend ihrer Bedeutung für die Bildqualität und die Mindestanforderungen für die Erkennbarkeit von einzelnen Vollbildern im schnellen Suchlauf gewährleistet sein muß. Das erfindungsgemäße System mit seiner Vorwärtsregelung auf der Basis einer Rückkopplung pro Vollbildtakt und den mehr oder weniger üblichen Datenverarbeitungsoperationen zur Irrelevanzreduktion, Bewegungs- und Detailgehalts-Adaption erlaubt, ein modulares Konzept mit möglichst vielen gleichartigen Komponenten und fest oder regelbar einstellbaren Parametern zu realisieren.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind den Unteransprüchen sowie den damit im Zusammenhang stehenden Erläuterungen zu dem in den Zeichnungen angegebenen Weg zur Ausführung der Erfindung zu entnehmen. Dabei zeigen schematisch

Fig. 1 das Gesamtsystem zur Aufbereitung der digitalen Farbfernsehsignale zur Magnetband-Aufzeichnung als Blockschaltbild;

Fig. 2 ebenfalls als Blockschaltbild den Vorverarbeitungsabschnitt gemäß Fig. 1;

Fig. 3 die Datenorganisation in einem Makroblock;

Fig. 4 auch als Blockschaltbild den Kodierabschnitt gemäß Fig. 1;

Fig. 5 eine Trennstufe als Detail eines Kodierabschnitts als Blockschaltbild;

Fig. 6 den Voranalysator als weiteres Detail des Kodierabschnitts als Blockschaltbild und

Fig. 7 eine Prinzipdarstellung für die Datenorganisation eines Produktblocks für die Magnetband-Aufzeichnung.

Die Fig. 1 zeigt für Ausführungsformen der Erfindung eine schematische Systemübersicht mit einer Untergliederung in vier, zum Teil aus parallelen Subsystemen bestehende Signalverarbeitungsabschnitte.

Die ankommenden Farbfernsehsignale, die aus der Komponente Y für die Luminanz sowie den Komponenten CR und CB für die Chrominanz bestehen, gelan-

gen zu einem Vorverarbeitungsabschnitt 100 (Pre-Processing Section = PRE. PROC. SECT.). Hier findet eine Umordnung der Bilddaten statt mit dem Ziel, diese möglichst gleichmäßig auf die parallelen Subsysteme in den folgenden Verarbeitungsabschnitten zu verteilen. Einzelheiten hierzu werden weiter unten im Zusammenhang mit der Beschreibung der Fig. 2 und 3 erläutert.

Die parallelen Subsysteme in den Abschnitten 200 und 300 sind identisch aufgebaut und arbeiten, mit übereinstimmenden Kompressionsfaktoren im Abschnitt 200, völlig unabhängig voneinander.

Der Abschnitt 200 besteht aus parallelen Kodierstufen; dort werden eine orthogonale Transformationskodierung, z. B. DCT (Discrete Cosinus Transform) und ein Rangierprozeß durchgeführt. Im Rangierprozeß werden die später aufzuzeichnenden Daten derart aufgeteilt, daß in den Sonderbetriebsarten wie z. B. beim schnellen Suchlauf und Zeitlupe eine akzeptable Bildqualität gewährleistet ist. Die in den Kodierstufen gebildeten parallelen Datenströme setzen sich entweder aus Worten mit variabler Länge (VLC = variable length coding) oder aus Worten mit fester Länge (FLC = fixed length coding) zusammen. Details hierzu sind in den Fig. 4, 5 und 6 gezeigt und werden weiter unten näher beschrieben.

Ein Nachbearbeitungsabschnitt 300 (Post-Processing Section = POST PROC. SECT.) dient in jedem der parallelen Subsysteme zur Behandlung der kodierten Daten in einer Weise, die durch die Spurbildspezifikation der spezifischen Rekorderanwendungen vorgegeben ist. Eine derartige Behandlung umfaßt im wesentlichen Fehlerschutzmaßnahmen. Mit Einzelheiten hierzu befassen sich die Fig. 7 und die dazugehörige, weiter unten folgende Beschreibung.

Die in den parallelen Subsystemen fertig aufbereiteten Daten werden schließlich einem Aufzeichnungsabschnitt 400 (Video Cassette Recorder = VCR) zugeführt. Dieser Abschnitt schließt damit ein System gemäß den Ausführungsformen der Erfindung ab, ohne selbst für den Prozeß der Signalaufbereitung einen Beitrag zu liefern.

Die nachstehenden Erläuterungen zu den Fig. 2 bis 6 befassen sich mit den wesentlichen Einzelheiten der Signalverarbeitung in den Abschnitten 100 und 200 und denen im Abschnitt 300.

Im Vorverarbeitungsabschnitt 100, der als Blockschaltbild in Fig. 2 gezeigt und in vier aufeinander folgende Stufen untergliedert ist, findet zunächst eine Speicherung von halbbildweise zugeführten Signalen der Komponenten Y, CR und CB statt. Dafür sind bei der Zulieferung der Komponenten Y, CR, CB drei Vollbildspeicher 110, 111, 112 vorgesehen.

Bei einem 4:2:2-System umfassen die Luminanzsignale Y doppelt so viele Bildpunkte pro Zeile wie ein Chrominanzsignal CR bzw. CB, so daß für die Vollbildspeicher 111 und 112 jeweils die halbe Speicherkapazität des Vollbildspeichers 110 benötigt wird.

Die abgespeicherten Daten jedes Vollbildes für Luminanz Y und Chrominanz CR, CB werden als Blöcke von z. B. jeweils 8x8 Bildpunkten ausgelesen. Für diese Funktion sind, wie Fig. 2 zeigt, Zeilen-/Block-Konverter 120, 121, 122 vorgesehen. Je Vollbild ergeben sich beim hier als Beispiel genannten 4:2:2-Studio-System somit doppelt so viele Y-Datenblöcke wie CR- bzw. CB-Datenblöcke.

Ein Multiplexer 130 faßt diese Datenblöcke, im Falle eines 4:2:2-Systems jeweils vier 8x8-Datenblöcke, zu sogenannten Makroblöcken zusammen. Die Fig. 3 zeigt

einen solchen Makroblock. Jeder Makroblock stellt bei Ausführungsformen der Erfindung die kleinste weiterverarbeitbare Einheit eines Vollbildes mit den zugehörigen Luminanz- und Chrominanz-Daten dar. Über einen Demultiplexer 140 werden die im Vorverarbeitungsabschnitt 100 entstehenden Makroblöcke auf die sich anschließenden parallelen Subsysteme des Kodierabschnitts 200 verteilt.

Da die Subsysteme mit übereinstimmenden Kompressionsfaktoren arbeiten, ist der Informationsgehalt eines Vollbildes möglichst gleichmäßig aufzuteilen. Dies ist vor allem für solche Fernsehbilder mit innerhalb eines Vollbildes bereichsweise signifikant unterschiedlicher Verteilung des Informationsgehaltes nötig, z. B. bei Landschafts- oder allgemein bei Außenaufnahmen mit an Details armen oder an Details reichen Bildbereichen. Die Untergliederung eines Vollbildes in eine Vielzahl von Makroblöcken ermöglicht, diese zu verwürfeln und den Informationsgehalt des Vollbildes mit geringer Schwankungsbreite vergleichmäßig den nachfolgenden parallelen Subsystemen bereitzustellen.

Makroblöcke eines Vollbildes, die seriell vom Multiplexer 130 zum Demultiplexer 140 gelangen, werden dort z. B. zyklisch nach einer der nachstehenden Tabelle entnehmbaren Vorschrift aufgeteilt.

Tabelle

Vorschrift für die Aufteilung von Makroblöcken auf vier Subsysteme (Beispiel)

```

1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 . . . .
2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 . . . .
3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 . . . .
4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 . . . .

```

Die Anwendung einer solchen, an sich schlichten Vorschrift für die Verwürfelung von Makroblöcken gewährleistet eine "gerechte" Aufteilung der Makroblöcke für an Details arme und reiche Bildbereiche eines Vollbildes auf die einzelnen Subsysteme. Bei einer zeilenweisen Abarbeitung der Makroblöcke eines Vollbildes gelangen nämlich die Daten örtlich horizontal und vertikal benachbarter Bildbereiche jeweils in zyklischer Reihenfolge an ein anderes Subsystem des Kodierabschnitts 200, so daß jedes der Subsysteme während der Dauer eines Vollbildes sequentiell z. B. mit Makroblöcken für Bildbereiche von geringem Informationsgehalt oder mit solchen von an Details reichem Informationsgehalt beliefert wird.

Die Fig. 4 zeigt als Blockschaltbild eines der parallelen Subsysteme des Kodierabschnitts 200. Hier werden die zuvor in Makroblöcke umgeordneten Bilddaten hinsichtlich der Datenrate für die nachfolgende Aufzeichnung reduziert.

Makroblöcke, die vom Demultiplexer 140 des Vorverarbeitungsabschnitts 100 angeliefert werden, gelangen parallel an eine Entscheiderschaltung 210 (DECID.) und an eine Einrichtung 211 (INTRA FIELD-/INTRA FRAME-DCT) für adaptive orthogonale Transformation — DCT — der Datenblöcke eines jeden Makroblocks. Von der Entscheiderschaltung 210 wird festgelegt, ob in der Einrichtung 211 beim jeweiligen Datenblock eine Intrafield- oder eine Intraframe-Transformation durch-

zuführen ist.

Das Entscheidungskriterium hierfür ergibt sich aus dem Ausmaß des Bewegungsinhalts der Muster der beiden im Datenblock enthaltenen Halbbildanteile. Das Ergebnis der jeweils durchgeführten Transformation ist ein Spektralkoeffizienten-Datenblock, der sodann in einer Bewerter- und Scanner-Schaltung 212 (W & S = Weighting & Scanning) in eine sequentielle Datenfolge umgeformt wird. Die Bewertung der Spektralkoeffizienten erfolgt dabei in Abhängigkeit von ihrer Lage im Spektralkoeffizienten-Datenblock, das Auslesen sodann nach einer Vorschrift, die Nullwerte möglichst zum Ende der Datenfolge erzwingt.

Die auf diese Weise gebildeten Datenfolgen enthalten einen Wert für den Gleichanteil (DC-Wert) sowie mehrere Werte für die Wechselanteile (AC-Werte). Die Wechselanteile werden in bedeutsame (MS-AC) und in wenig bedeutsame (LS-AC) getrennt. Später werden LS-AC-Werte auf jeden Fall mit variabler Wortlänge kodiert (VLC = variable length coding), hingegen erfolgt bei den MS-AC-Werten die weitere Trennung über eine nichtlineare Quantisierung in ebenfalls mit variabler Wortlänge zu kodierende Quantisierungsfehler und in den quantisierten Basisanteil, der — wie auch der Gleichanteil der jeweiligen Datenfolge — mit fester Wortlänge kodiert wird (FLC = fixed length coding). Für die Durchführung dieses Signalverarbeitungsprozesses dient eine Trenneinrichtung 213. Dort ist eine Trennstufe 214 enthalten, die in Fig. 5 dargestellt ist und mittels nichtlinearer Quantisierung (Q bzw. Q^{-1}) für die VLC-/FLC-Zuordnung von MS-AC-Werten sorgt.

In dem an dieser Stelle des Systems erreichten Zustand der Signalverarbeitung sind die Voraussetzungen für die Durchführbarkeit von schnellem Suchlauf mit erkennbaren Bildern/Zeitleupe geschaffen. Dazu sind jeweils für die einzelnen Rekordertypen spezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Allgemein gilt, daß mit FLC-Daten bestimmte Mindestanforderungen an die Bildqualität in derartigen Sonderbetriebsarten — schneller Suchlauf/Zeitleupe — erfüllt werden können und hierfür nur ein verhältnismäßig geringer Anteil der insgesamt zur Verfügung stehenden Datenrate benötigt wird. Die VLC-Daten enthalten die Detailinformationen des Bildinhalts und sind zwar in den oben genannten Sonderbetriebsarten von untergeordneter Bedeutung, jedoch maßgebend für die Bildqualität bei Wiedergabe, Kopieren und dergleichen.

Bei Ausführungsformen der Erfindung kann eine hocheffiziente Kodierung durchgeführt werden, die von Vollbild zu Vollbild spezifisch steuerbar ist und darüber hinaus zuläßt, für jeden Makroblock individuelle Vorgaben zu berücksichtigen.

Hierzu ist ein Voranalysator 220 (PRE ANAL.) vorgesehen, dessen Funktionsweise anhand der Fig. 6 erläutert wird.

Ein Quantisierer 221 (QANAL.) wird mit einer pro Vollbild gleibenden Einstellung betrieben, die aus der jeweils letzten Vollbildperiodendauer hergeleitet wird. An seinem Ausgang wird die Bitrate gemessen, die bei dieser Einstellung für die Kodierung der VLC-relevanten Daten des jeweiligen Makroblocks benötigt wird. Jeder dieser Meßwerte wird in einem Zähler 222 (COUNT.) ermittelt und gelangt von dort sowohl zu einem Rahmenpuffer 223 als auch zu einem Akkumulator 224, der den Summenwert der VLC-relevanten Bitraten bildet, der für dieses Vollbild benötigt wird. Dieser Summenwert wird als angeforderter Istwert in einem Skalierer 225 (SCAL.) mit dem Sollwert der Bitrate

verglichen, die für die VLC-relevanten Daten dieses Vollbildes zur Verfügung steht, und bewirkt, daß je nach Abweichung der Wert eines Faktors geändert wird, mit dem in einem Multiplizierer 226 eine Vorschrift für die Verteilung der Datenrate auf die Makroblöcke dieses Vollbildes gebildet wird.

Ist die Abweichung des Faktors vom Wert 1 erheblich, kann vom Skalierer 225 über eine Steuerung 227 (CONTR.) die Einstellung des Quantisierers 221 für die Dauer der nächsten Vollbildperiode geändert werden. Im eingeschwungenen Zustand des Systems weicht der Faktor vom Wert 1 praktisch nicht ab; der eingeschwungene Zustand wird z. B. nach einem Bildschnitt auf diese Weise bereits nach etwa zwei Vollbildern erreicht.

Im allgemeinen wird für die FLC-relevanten Daten eine feste Datenrate vorgegeben. Somit steht auch fest, welche Datenrate für VLC-relevante Daten zur Verfügung steht. Es ist jedoch auch möglich, daß die Rate für die FLC-relevanten Daten pro Vollbild z. B. zu Lasten der jeweiligen VLC-Datenrate etwas erhöht wird. Mittels eines weiteren Zählers 228 (COUNT.) — vgl. Fig. 4 — kann dazu der tatsächliche Verbrauch für FLC-Daten jedes Vollbildes gemessen und dieser Meßwert dem Skalierer 225 zugeführt werden.

Dieselben Daten, die zum Voranalysator 220 gelangen, werden parallel dazu mittels eines Rahmenpuffers 231 um die Dauer einer Vollbildperiode verzögert einem adaptiven Quantisierer 240 (ADAPT. QUANT.) zugeführt. Adaptiert wird dort die Einstellung der Quantisierungscharakteristik für jeden Makroblock.

Verarbeitet der adaptive Quantisierer 240 die ihm zugeführten Daten mit seiner letzten Quantisierungseinstellung, ergeben sich drei Möglichkeiten: entweder ist diese Einstellung auch für die akute Arbeitsphase gut oder sie führt zu einer zu hohen oder zu niedrigen Datenrate pro Makroblock. In beiden Fällen einer Abweichung muß eine Nachregelung erfolgen; dies geschieht folgendermaßen:

Ein Encoder 241 (ENCOD.), der die Datenfolgen vom adaptiven Quantisierer 240 erhält und z. B. über eine abgespeicherte Huffman-Tabelle die endgültigen VLC-Daten liefert, gibt auch den tatsächlichen Verbrauch an VLC-Daten pro Makroblock an. Dieser tatsächliche Istwert wird einer Datenratensteuerung 242 (RATE CONTR.) zugeführt, die zwischen diesem Istwert und dem Ergebnis der Voranalyse, d. h. der Verteilungsvorschrift für die VLC-Datenrate eines Vollbildes auf die zugehörigen Makroblöcke (vgl. auch Fig. 6), für jeden Makroblock eine Bezugsgröße zur Nachregelung der Einstellung des adaptiven Quantisierers 240 bildet.

Zusätzlich wird die Datenraten-Steuerung 242 am Anfang einer Vollbildperiode vom Skalierer 225 (vgl. Fig. 6) initialisiert. Bei einer erheblichen Abweichung des Skalierungsfaktors wird hierdurch der eingeschwungene Zustand bereits nach nur einem Vollbild erreicht.

Nach jedem Vollbild kann eine Statistik über die einzelnen Einstellungen des adaptiven Quantisierers 240 durchgeführt und, falls nötig, ein Nachregeln des Analysator-Quantisierers 221 über die Steuerung 227 (vgl. Fig. 6) für jeweils eine Vollbilddauer erfolgen.

Ein weiteres Kriterium für die Einstellung des adaptiven Quantisierers 240 bildet der Detailgehalt eines Makroblocks. Da aus physiologischen Gründen ein an Details reicher Makroblock gröber quantisierbar ist als ein an Details armer, führt eine Umverteilung der Datenraten von Makroblock zu Makroblock zu einem subjektivi-

ven Qualitätsgewinn. Ein Klassifikator 250 (CLASS.) führt derartige Untersuchungen gleichzeitig mit den im Voranalysator 220 stattfindenden Prozessen durch, so daß dort die Untersuchungsergebnisse des Klassifikators 250 in-situ berücksichtigt werden können. Diese Untersuchungsergebnisse erhält auch der adaptive Quantisierer 240, jedoch mittels eines Rahmenpuffers 232 um die Dauer einer Vollbildperiode verzögert. Die Signalverarbeitung im Kodierabschnitt 200 wird bezüglich der VLC-Daten mit einem VLC-Pufferspeicher 260 (BUFF.) abgeschlossen. Die dort mit variabler Bitrate eingeschriebenen kodierten Daten werden mit konstanter Bitrate ausgelesen. Ein Über- bzw. Leerlaufen des VLC-Pufferspeichers 260 kann nicht eintreten, weil dies durch die Voranalyse ausgeschlossen wird. Somit ist hier auch keine Füllstandsregelung erforderlich.

Ein entsprechender Pufferspeicher 270 (BUFF.) schließt den FLC-Zweig des Kodierabschnitts 200 ab. Dort werden aus einem FLC-Multiplexer 271 (FLC-MUX) die jeweils mittels Rahmenpuffern 233, 234 um die Dauer einer Vollbildperiode verzögerten Steuerdaten von der Entscheiderschaltung 210 bzw. die FLC-relevanten Bilddaten von der Trenneinrichtung 213 sowie Steuerdaten vom adaptiven Quantisierer 240 zusammengefaßt.

Die VLC- und die FLC-Datenfolgen verlassen vollbildsynchron die Subsysteme des Kodierabschnitts 200 und gelangen nunmehr zum Nachbearbeitungsabschnitt 300.

Die Fig. 7 veranschaulicht die Datenorganisation, die im Nachbearbeitungsabschnitt 300 herbeigeführt und für die Aufzeichnung in Abschnitt 400 (vgl. auch Fig. 1) bereitgestellt wird.

Mit Hilfe sogenannter "Sector-Array"-Speicher, die üblicherweise für die Berechnung eines zweidimensionalen Fehlerschutzes verwendet werden, wird auch die Zusammenfassung der einander zugehörigen FLC- und VLC-Daten herbeigeführt.

Ein sogenannter Produktblock, wie in Fig. 7 dargestellt, enthält in den ersten Spalten die Information zur Synchronisierung SYNC. und Identifizierung ID. Es schließen sich die FLC-Daten mit der Minimalinformation für die Erkennbarkeit von Bildern im schnellen Suchlauf an. Im hier dargestellten Beispiel stammen die FLC1- und die FLC2-Daten aus zwei unterschiedlichen, direkt hintereinander geschriebenen Makroblöcken. Die VLC-Daten füllen den Produktblock bis auf die Bereiche aus, die für den zweidimensionalen Fehlerschutz, CHECK OUTER CODE/CHECK INNER CODE, vorbehalten sind.

Die Zahlenangaben in Fig. 7 beziehen sich auf Bytes und gelten für die Spurbildspezifikation einer speziellen Rekorderanwendung. Die Rest-Fehlerrate, die hiermit eingehalten werden kann, ist besser als 10^{-10} .

Das vorstehend erläuterte Beispiel bezieht sich auf ein Studio-System mit strengen Anforderungen. Sofern für den Markt der Unterhaltungsgeräte geringere Anforderungen z. B. für schnellen Suchlauf und für Schneiden ausreichen, kann das erfindungsgemäße System auch als Interframe-Verfahren — für eine begrenzte Anzahl von Vollbildern (group of pictures) — ausgestaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von Farbfernsehsignalen, die als digitale Komponenten für Luminanz und Chrominanz vorliegen, für die Magnetband-

Aufzeichnung, in dem die einzelnen Operationen, die teilweise in parallelen, identisch aufgebauten und unabhängig voneinander arbeitenden Subsystemen stattfinden, abschnittsweise derart aufeinander abgestimmt sind, daß an der Schnittstelle zwischen einem Vorverarbeitungs- und einem Kodierabschnitt die Daten, in Makroblöcken organisiert, gleichmäßig auf so viele Pfade aufgeteilt vorliegen, wie parallele Subsysteme folgen, im Kodierabschnitt die Daten nach FLC (fixed length coding)-Relevanz und nach VLC (variable length coding)-Relevanz getrennt und die VLC-relevanten Daten einer Voranalyse bezüglich einer variablen Umverteilung der für ein Vollbild verfügbaren Datenrate unterzogen werden, und in einem Nachverarbeitungsabschnitt im wesentlichen Fehlerschutzmaßnahmen erfolgen und die aufzuzeichnenden Daten vollbildsynchron im erforderlichen Format für die einzelnen Aufzeichnungs-Kanäle abgegeben werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Vorverarbeitungsabschnitt durchgeführt werden:

- eine Umordnung der Daten synchron vorliegender Komponenten für Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) — zum jeweils frühest möglichen Zeitpunkt — in $(N \times N)$ -Matrizen ($N = 4; 8; 16$);
- eine Zusammenfassung derjenigen $(N \times N)$ -Matrizen ($N = 4; 8; 16$), die im Ortsbereich den selben Bildausschnitt repräsentieren, zu Makroblöcken (Y1, Y2, CR, CB), wobei diese Zusammenfassung dem Abstratenverhältnis von Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) im zugeführten Farbfernsehsignal folgt;
- einer Verteilung der einzelnen Makroblöcke (Y1, Y2, CR, CB) eines Vollbildes auf n Pfade (n : min. 2, max. 8, vorzugsweise 4) nach einem Schema, das entsprechend einer Zerlegung des Vollbildes im Ortsbereich die Daten eines entweder horizontal oder vertikal benachbarten Bildausschnitts in zyklischer Folge demjenigen Pfad zuliefert, dessen Ordnungszahl im Zyklus folgt bzw. vorangeht;

und im Kodierabschnitt durchgeführt werden:

- eine Trennung der Daten jedes Makroblocks (Y1, Y2, CR, CB) in FLC- sowie VLC-relevante Anteile, wobei jeweils der Gleichwert (DC) sowie ein grob quantisierter Basisanteil von bis zu etwa 9 für die Erkennbarkeit des wesentlichen Bildinhalts bedeutsameren Wechsel-Anteilen (MS-AC) als FLC-relevant, der Quantisierungsfehler dieser bedeutsameren Wechsel-Anteils (MS-AC) sowie der übrigen, in der zuvor genannten Hinsicht weniger bedeutsamen Wechsel-Anteile (LS-AC) als VLC-relevant für separate Operationen zur Verfügung gestellt werden;
- eine Berechnung, im Zuge der im Frequenzbereich durchgeführten Voranalyse zur variablen Umverteilung von VLC-Daten innerhalb des dafür pro Vollbild verfügbaren Datenratenumfangs, von individuellen Sollbitraten für jeden Makroblock (Y1, Y2, CR, CB) und ein Vergleichen mit entsprechenden Istdatenraten, womit die Voraussetzungen geschaffen sind zum Einregeln der VLC-Ausgangsdatenrate auf den zulässigen Wert auf der Grundlage der festgestellten Sollwert-/Istwert-Abweichung sowie zur selbsttätigen Füllstandsrege-

lung eines Ausgangs-VLC-Pufferspeichers im Wege einer vollbildweise wirkenden, auf Makroblöcken (Y1, Y2, CR, CB) basierenden Rückkopplung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Nachbearbeitungsabschnitt (300) zum Fehlerschutz sowie zum Multiplexen von FLC- und VLC-Daten ein Reed-Solomon-Kode verwendet und dabei ein ohnehin für jeden Aufzeichnungskanal vorzusehender Speicher "Sector Array" eingesetzt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Zuführung der Farbfernsehsignale nach dem Zeilensprung-Standard im Vorverarbeitungsabschnitt (100) die halbbildweise ein- 15
treffenden Komponenten der Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) in Vollbildspeichern (110, 111, 112) abgelegt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in Makroblöcken 20
(Y1, Y2, CR, CB) zusammengefaßten Daten nach Luminanz (Y) und Chrominanz (CR, CB) in getrennten, jedoch nicht unabhängig voneinander arbeitenden Zweigen auf die nachfolgenden Subsysteme verteilt werden. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Zuführung der Farbfernsehsignale nach dem Zeilensprung-Standard am Anfang des Kodierabschnitts (200) für jeden Makroblock (Y1, Y2, CR, CB) bewegungsadaptiert zwischen Intraframe- oder Intrafield-Verar- 30
beitung entschieden wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

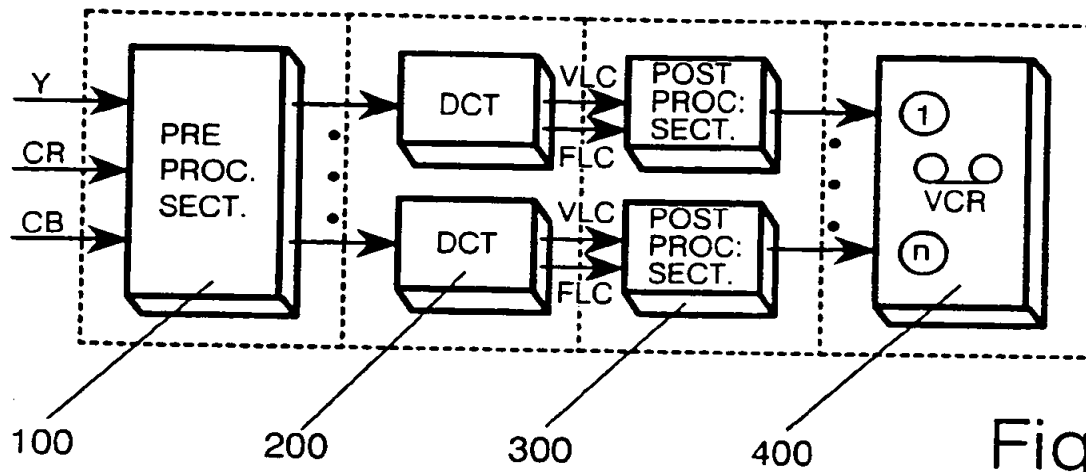


Fig.1

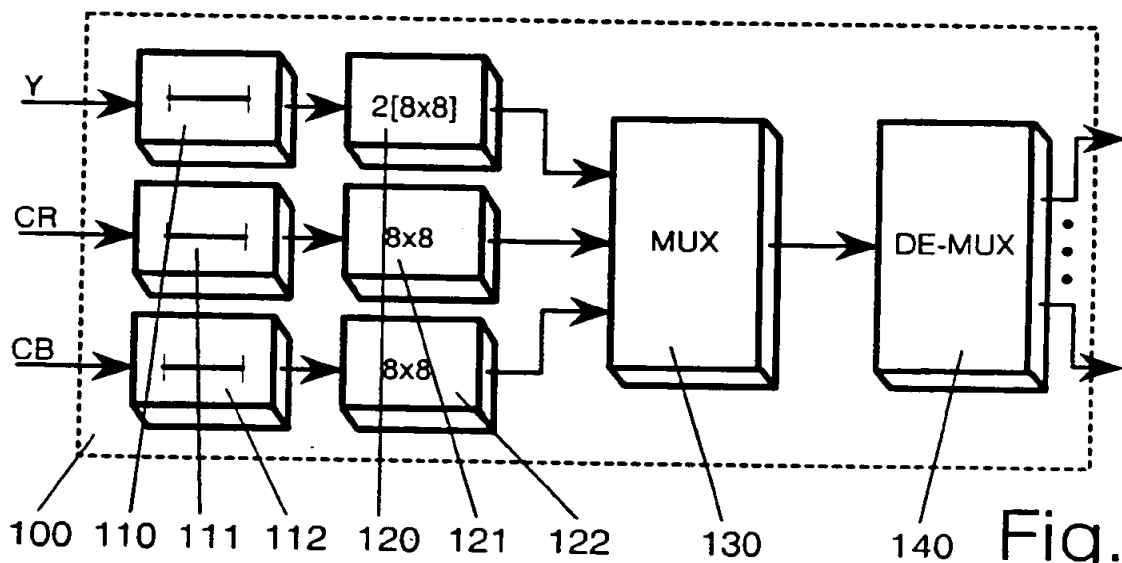


Fig.2

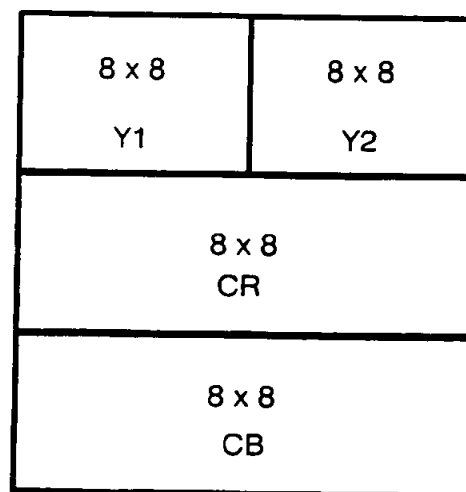


Fig.3

